PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-191270

(43)Date of publication of application : 01.08.1989

(51)Int.Cl. G06F 15/62

(21)Application number : 63-014383

(22)Date of filing : 27.01.1988

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI ENG CO LTD

(72)Inventor : MORITA YASUSHI

(54) GRAPHIC EDITOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a high speed response by retrieving graphic information by introducing a binary tree to a system for retrieving graphic information by defining a coordinate to be a key and editing and outputting.

CONSTITUTION: In order to retrieve the large quantity of the graphic information, the binary tree for enclosing the graphic information, holding a rectangle coordinate (the diagonal vertex of a rectangle, for instance, coordinates of lower left and upper right vertexes of the rectangle) circumscribing thereto and constituted of plural nodes (respectively corresponding to one graphic a piece of graphic information) having a priority applied respectively by defining the coordinate to be a reference is introduced to retrieve the graphic information based on this binary tree. At the time of retrieving, all the tree nodes are not searched but the retrieval according to the priority of the node is carried out. Thereby, the target graphic information can be made access at high speed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　平1－191270

⑤Int. Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	㊸公開　平成1年(1989)8月1日
G 06 F 15/62	320	K－6615－5B	

審査請求　未請求　請求項の数 6　（全17頁）

㊹発明の名称　図形編集装置

㉑特　願　昭63－14383
㉒出　願　昭63(1988)1月27日

㉒発明者　森田　靖　茨城県日立市幸町3丁目2番1号　日立エンジニアリング株式会社内
㉑出願人　株式会社日立製作所　東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
㉑出願人　日立エンジニアリング株式会社　茨城県日立市幸町3丁目2番1号
㉔代理人　弁理士　平木　道人

明　細　書

1．発明の名称

図形編集装置

2．特許請求の範囲

(1) 図形情報を入力し、記憶する手段と、前記図形情報を指定された位置に表示する手段と、前記図形情報を囲み、これに外接する矩形の1対の対角頂点の座標を各図形毎に演算し、記憶する手段と、前記各図形毎の矩形の1対の対角頂点の座標に基づいてバイナリ・ツリーを生成する手段とを具備したことを特徴とする図形編集装置。

(2) 前記バイナリ・ツリーは、ルート・ノードおよび他のツリー・ノードの集合よりなり、前記ルート・ノードおよび他のツリー・ノードはその下に接続される右および左の子ノードを有することを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載の図形編集装置。

(3) 前記ルート・ノードは、空ノードであるダミーノードに接続されることを特徴とする前記特許請求の範囲第2項記載の図形編集装置。

(4) 前記バイナリ・ツリーの各ノードは、あるノードnに対応する矩形の1対の対角頂点座標を$k_1(n)$，$k_2(n)$｛ただし、$k_1(n) \leq k_2(n)$｝，当該ノードnに対応した区間を（α，β）とし、さらに当該ノードをa、その左ノードをb，またその右ノードをcとしたとき、ノードa，b，cが次の条件を満足することを特徴とする前記特許請求の範囲第1ないし第3項のいずれかに記載の図形編集装置。

イ）ノードa、

$k_1(a) \leq k_1(b)$，$k_1(a) \leq k_1(c)$，

$\alpha \leq k_2(a) \leq \beta$、

ロ）ノードb、

$\alpha \leq k_2(b) \leq (\alpha+\beta)/2$、

ハ）ノードc、

$(\alpha+\beta)/2 < k_2(c) \leq \beta$、

(5) 前記バイナリ・ツリーは、図形情報とともに記憶されることを特徴とする前記特許請求の範囲第1ないし第4項のいずれかに記載の図形編集装置。

(6) 前記バイナリ・ツリーは、図形情報とともには記憶されず、編集操作開始時に生成されることを特徴とする前記特許請求の範囲第1ないし第5項のいずれかに記載の図形編集装置。

3．発明の詳細な説明

（産業上の利用分野）

本発明は、グラフィックス・システムにおける一般的な図形編集装置に係り、特に大量の図形情報の拡大・縮小表示出力や、各図形の拡大・縮小・移動・複写・削除等を高速に行うのに好適な図形編集装置に関する。

（従来の技術）

各省庁・官庁等をはじめとして一般企業においても、住宅地図等の大量の図形情報を、原図等に1つ1つ手書きによって記入修正したり、保存したりする従来の方法に代って、グラフィック・ディスプレイを用いて作画、編集を行い、プロッタやＬＢＰ（レーザー・ビーム・プリンタ）等を用いて出図する、図形編集用電子計算機システムが導入されつつある。

このようなグラフィックス・システム（図形編集方式）を実現するために、グラフィック・ディスプレイをはじめとする各ハードウェアは、図形情報が出力可能範囲（例えば、グラフィック・ディスプレイであれば、1画面分に相当するフレーム・バッファの容量）を超えた場合には、出力図形情報をクリッピングしてその範囲内に収まるように出力する機能を有している。

例えば、1管（画）面に描画した図形情報を拡大して表示し、画面上で図形情報を編集するような場合、全図形情報に対して拡大座標変換を行って出力したとしても、1管面分にクリッピングして1画面上に正しく（誤動作なしに）表示できるようになっている。

また、グラフィック・ディスプレイを用いて、会話形式で図形情報の移動等の編集操作を実現するために、例えば特開昭６２－５７０７８号公報に示すような方式を用い、マウス等で指示された座標をもとに、全図形情報を検索して編集対象の図形情報をピックする方式がある。

ピックされた図形情報は、ブリンク等を施してディスプレイに再表示され、各編集の可否を操作者に問い合わせる。例えば、移動の実行が操作者により指示された場合は、ブリンクされた図形を管面色（地色）等で上書き描画することによって当該図形を消去する。

消去図形が管面色以外の図形色部分に重なっている場合には、前記消去によって、その部分に歯抜け部を生ずる。この歯抜け部を修復するためには、消去後に、例えば特開昭６０－１７３６７７号公報に示されるように、消去された図形により管面色にて上書きされた図形情報を、全図形情報より検索し、前記消去図形の一部を前記歯抜け部のみに、当該部分の色で再表示する。このようにして、歯抜けとなった表示画面を修復した後、ピックされた図形を移動先に表示すれば、移動操作を完了する。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、かかる従来の図形編集方式においては、次のような問題が発生する。

1点目は、図形情報を表示、出図する際に発生するもので、大量の図形情報の一部しか表示、出図の対象とはならない場合でも、全図形情報を処理した後に出力しなければならないために、表示、出力時間が非常に遅くなることである。

2点目は、図形情報を会話形式で編集する際に発生するもので、図形のピック、消去、移動後の修復のために、全図形情報を検索する必要があるために、検索時間が長くなって応答性が悪く、誤操作の原因ともなることである。

3点目は、上記の各問題点の故に、応答性を確保するためには、大量の図形情報を一元的に管理したり、編集したりすることができないので、少量（適当量）の図形情報ファイルに分割して、個々に編集せざるを得ず、このため、特に分割境界にまたがるような図形情報などは、複数の図形情報ファイル等に格納されるため、該図形情報を変更する場合は、複数の図形情報として編集を複数回行うことが必要となることである。

4点目も、3点目と同様の理由により、分割し

た図形情報単位の表示、出力しかできないために、これらを統合して連続した表示、出力を行うことは、非常に難しい。

このように、従来の図形編集方式では、大量の図形情報を一括して取扱おうとすれば、膨大な時間がかかり、応答性に劣るため、操作者に対しては極めて不便になる。

一方、応答性を確保するために、図形情報を分割して取扱えば、図形情報の編集時には極めて繁雑な作業を強いられ、視認性の良い図形情報の出力ができないという問題があった。

本発明の目的は、このような従来方式の問題点を解決し、操作者に対する応答性と、情報の一元管理・編集及び視認性の良い図形情報の出力などが全て満足される図形編集方式を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明では、膨大な図形情報を検索するために、図形情報を囲み、それに外接する矩形座標(矩形の対角頂点、例えば矩形の左下、右上頂点の座標)を保持し、その座標を基準として各々優先順位を付けた複数のノード(それぞれが1つの図形情報に対応)によって構成されたバイナリ・ツリーを導入し、このバイナリ・ツリーをもとに図形情報を検索する。

検索に際しては、全てのツリー・ノードを探索するのではなく、ノードの優先順に従った探索を行う。優先順位を示すキーとしては、図形情報を囲む矩形座標のうち、x座標のペアー、またはy座標のペアーを用いる。

さらに各ノードには、図形情報の存在する区間座標が対応している。以下に、その構造を定義する。

$k_1(n)$, $k_2(n)$:
ノードnのx座標、またはy座標のペアー。
ただし、$k_1(n) \leq k_2(n)$

α, β : ノードに対応した区間

a : ノード

b : ノードaの左ノード

c : ノードaの右ノード

上記のような定義の下では、本発明のバイナリ・ツリーの各ノードは以下の条件を満足する。

1)ノードaに対して、

$k_1(a) \leq k_1(b)$, $k_1(a) \leq k_1(c)$

$\alpha \leq k_2(a) \leq \beta$

2)ノードbに対して、

$\alpha \leq k_2(b) \leq (\alpha+\beta)/2$

3)ノードcに対し

$(\alpha+\beta)/2 < k_2(c) \leq \beta$

上記の条件を、本ツリーの全てのノードに対して再帰的に適用することにより、バイナリ・ツリーが構成できるものである。

本構造に従って、ノードの探索を行い、検索する必要のないサブツリーをチェックすることにより、不要な検索を行なわず、目的の図形情報を高速に確定し得るものである。

(作用)

図形情報の検索に際しては、前述のバイナリ・ツリー構造を用い、不必要な情報を検索しないことにより、目的の図形情報を高速にアクセスできる。

(実施例)

以下、本発明の1実施例を詳細に説明する。

第1図は、本発明による図形情報の構成を示すもので、同図(A)はバイナリ・ツリーの1例を示す図、同図(B)は前記バイナリ・ツリーで表わされる具体的な図形情報群の1例を示す図である。第2図は、本発明を実施するシステム構成例である。

はじめに、本発明による会話形図形編集装置の概略構成について、第2図を参照して述べる。

本発明の図形編集装置への図形情報の入力は、グラフィック・ディスプレイ11やキーボード12等を使用して、電子計算機13に格納された会話形式図形編集プログラムを起動し、種々の情報の入力は、プログラムと会話しながら、マウス14, ライトペン15, デジタイザ16, キーボード12等の各種入力機器(座標入力手段)を用

いて行う。２０はバッチ型入力装置である。

起動されたプログラムは、操作者の指示にしたがった図形情報（例えば、日立市大みか町１丁目の住宅地図）を、グラフィック・ディスプレイ１１に表示する。

表示の際は、２次記憶装置１７に格納された全図形情報（日立市全住宅地図）を読み出し、指示のあった図形情報（大みか１丁目）を検索し、適当な座標変換（拡大・縮小及びハードウェアの座標系への変換）を施し、グラフィック・ディスプレイ１１に出力する。

操作者は目的の画面が表示されると、本プログラムと会話形式で、各種の入力機器を用いて指示を与えることにより、図形情報の編集（新しい住宅の追加及び、取り壊された住宅の削除等）を行う。

例えば、新たな線分を描画する場合には、マウス１４を用いて、グラフィック・ディスプレイ１１上で、所望の始点および終点をクリックすると、所望の直線が追加表示される。また、既に表示されている線分の近傍をクリックすることによって、その線分をピックし、前記線分を削除したり、あるいは、さらに他の位置をクリックすることによって、その線分を移動したりする。

プログラムは、各編集操作に従って、図形をグラフィック・ディスプレイ１１に表示したり、図形情報の更新を行なったりする。操作者より編集終了の指示があった場合、プログラムは更新された図形情報を２次記憶装置１７に格納して停止する。

また、２次記憶装置１７に格納した情報の中から、操作者の指示に従って、（例えば日立市大みか１丁目の住宅地図）を、ＬＢＰ１８やブロック１９に選択的に出力する機能も有している。

続いて、本システムの図形情報の構成について述べる。

第１図（Ａ）は本発明によるバイナリ・ツリー（以下、ツリーと略する）１の構造例を示し、同図（Ｂ）はこのツリーで表わされる図形情報２の１例を図示したものである。

ここで、ツリーの各ノード３はそれぞれ、個々の図形情報４に対応付けられている（ノード３に含まれる情報については、後述する）。その対応関係は、各ノードの左（または右）上に記された丸枠付数字５と、個々の図形情報の左上に記された丸枠付数字６によって示されている。

ツリーの構造は、個々の図形情報に外接する矩形７の１対角線の左下、右上のｘ座標（以下、$x_1(i)$，$x_2(i)$：ｉ＝１，２，３…等と略する）と、各ノードに対応付けられたｘ座標の区間８に従っている。なおここでは、説明を簡単にするため、全図形情報の持つ座標空間は、第１図（Ｂ）に示したように、［０，Ｎ］／［０，Ｍ］の整数座標に正規化されているものとする。

ツリーのルート・ノード９は、区間［０，Ｎ］に右上座標$x_2(1)$が含まれている複数の図形情報（すなわち、第１図（Ｂ）に示された各図形）の中で最小の左下座標$x_1(1)$を持つ図形情報（第１図の例では、折線図形）が対応する。

ルート・ノード９の左ノード（バイナリ・ツリーで左側へ分岐した子ノード）は、区間［０，Ｎ／２］に$x_2(j)$（ただしｊ≠ｉが含まれているものの中で、最小の$x_1(j)$（ただし、ｊ≠ｉ）を持つ図形情報（第１図の例では、菱形図形）が対応し、また右ノード（バイナリ・ツリーで右側へ分岐した子ノード）は、区間［Ｎ／２＋１，Ｎ］に$x_2(k)$（ただしｋ≠ｉ）が含まれている中で最小の$x_1(k)$（ただし、ｋ≠ｉ）を持つ図形情報（第１図の例では、矩形図形）が対応する。

以上の説明から分るように、本ツリー構造の一般的定義はつぎのようになる。

(1) あるサブツリーのルート・ノードは、区間［α，β］に$x_2(1)$が含まれており、最小の$x_1(1)$を持つ図形情報が対応する。

(2) 前記ルート・ノードの左ノードは、区間［α，（$\alpha+\beta$）／２］に$x_2(j)$（ｊ≠ｉ）が含まれているものの中で、最小の$x_1(j)$（ｊ≠ｉ）を持つ図形情報が対応する。

(3) その右ノードは、区間［（$\alpha+\beta$）／２＋１，

β]に$x_2(k)$（$k \neq i$）が含まれているものの中で、最小の$x_1(k)$（$k \neq i$）を持つ図形情報が対応する。

上記の定義を全てのサブツリーが満足するように、第1図（B）の全図形に順次繰り返し適用して構成したものが、第1図（A）のバイナリ・ツリーである。なお、ルート・ノードを子ノードとして持つノード10は、ツリー操作（例えば、第1図において、ルートノード9を削除するような操作を容易にするためのダミーノードである。

ツリーの各ノードは、第1図（A）にも示したように、当該図形情報を保持するためのポインタと、当該図形を囲んで外接する矩形の左上、右下の座標、及び図形情報へのポインタ（例えば、メモリの先頭アドレス、データ長）、左または右の子ノードへのポインタ等を保持している。また、出力結果として、図形が描画順序に依存するような場合は、ノードを描画順に連結した双方向のポインタ等をも保持することができる。

次に、本発明の全体的な動作を説明する前に、まず、動作の中心となるバイナリ・ツリーを用いた図形情報の検索、図形情報の追加、削除の手順につき、ツリートラバースとノード操作を重点にして説明する。なお、これらの操作手順を、第1図の具体的なバイナリ・ツリーに適用する例については、後で説明する。

まず、第4図に示すフローチャートを参照して、バイナリ・ツリーの構造に従った図形情報の検索について述べる。

グラフィック・ディスプレイに表示すべき範囲を、第13図に示したように、領域30［0，N］×［0，M］上（例えば、日立市全体の地図）の［X_1，Y_1］×［X_2，Y_2］の範囲32（例えば、大みか1丁目のが含まれる範囲）とする。即ち、表示しようとしている図形情報の全て、または一部が［X_1，Y_1］×［X_2，Y_2］の範囲にあるもの（第13図において、符号34，36であらわされたもの）を、全図形情報の中から検索するものとする。

検索時のツリートラバース（探索）は、与えられた前記座標X_1，Y_1，X_2，Y_2を基準とし、各図形情報を囲む矩形領域の座標をこれと比較して行う。また、ツリートラバースは、当該ツリーのルート・ノードより行なう。たどったノード（現在検索中のノード）をn（401）とし、ノードに対応した区間［α，β］を［0，N］とする（402）。

つぎに、検索中のノードnが空ノードであるか、換言すれば、次にたどるべき子ノードを持っているか否かをチェックする（403）。空ノードならば、410の判定を行ない、空ノードでなければ404の判定を行なう。

ここで、検索対象ノードに対応した図形情報を囲む矩形領域の左下および右上隅の座標を、第1図（B）のように、｛$x_1(n)$，$y_1(n)$｝，｛$x_2(n)$，$y_2(n)$｝とし、さらに$x_1(n) \leq x_2(n)$，$y_1(n) \leq y_2(n)$とする。

また、ツリートラバースは、以下の説明から明らかなように、深さ優先で行なう。換言すれば、403の判定が否定で、検索対象ノードに子ノードがある限りツリーを下方へたどり、たどった順にノードおよび区間をスタック（後入れ先出し）方式で記憶する。

バイナリ・ツリーの構成から明らかなように、現在の検索対象ノードの持つ矩形の左下x座標x_1（n）が出力範囲の右側（例えば、第13図の矩形38）であれば｛$X_2 < x_1(n)$｝、当該ノード以下のサブツリーは、全て出力範囲外なので、検索しない（404の前半の条件）。

また、現在のノードに対応する区間［α，β］の終点（β）が出力範囲の左側（$\beta < X_1$）であれば、それ以下のサブツリーは全て左側、すなわち範囲外となるので検索しない（404の後半の条件）。

前記の判定404で範囲外とされたノード以外のものについては、そのノードの持つ矩形が出力範囲［X_1，Y_1］×［X_2，Y_2］に含まれるかどうかを判定する（405）。すなわち、405の判定が不成立ならば範囲外であり、一方、同判定が成立するノードは範囲内であるので、出

力の対象として保持する（４０６）。

続いて、現在の検索対象ノードとその区間［α，β］をスタック方式でプッシュ（入力）し（４０７）、［α，β］の区間計算を行なって、その左のノードにトラバースし（４０８，４０９）、判定４０３へ戻る。

このとき、もし４０３の判定が成立し、ノードが無く空ノードであると判定されれば、４１０でスタックが空か否かを判定する。スタックが空でないと判定されたときは（４１０）、スタックをポップし（４１１）、右のノードにトラバースし（４１２，４１３）、判定４０３へ戻り、４０４以降の判定、操作を繰り返す。判定４０３の結果が肯定でノードが無く（空ノードで）、しかも判定４１０の結果も肯定でスタックも空であるならば、全ての所望ノードについての検索が終了したことになるので、処理を停止する。

続いて、第５図に示すフローチャートを参照して、ツリー・ノードの生成、追加処理について述べる。ｎ，α，β，ｘ，ｙ等は前記検索処理の場合の仮定と同様である。またノード生成動作をより容易に実現するために、ここではルート・ノードを左に持つダミーのノードより処理を開始するものとする。

新しく挿入すべきノードをｎｅｗとし（５０１）、ツリーの構造にしたがって各ノードをたどる。すなわち、Ｐｎをダミーノード（第１図の１０）とし（５０２）、Ｐｎの左ノードをｎにセットする（５０３）。ｉｎに「左」を示すフラグ値をセットし（５０４）、区間（α，β）に（０，Ｎ）をセットする（５０５）。

つぎの判定５０６では、ｎが空ノードか否かをチェックし、空ノードでなければ判定５０７を行なう。この判定５０７において、現在の検索対象ノードの矩形の左下ｘ座標x_1(n)が、挿入すべきノードの矩形の左下ｘ座標x_1(new)よりも大きければ、挿入すべき位置は、現ノードの位置であるので、現在のノードと挿入すべきノードの各ポインタを付け替えることにより、両ノードを、交換し（５０８，５０９）、現在のノードを挿入すべきノードとする（５１０）。

更に、挿入すべきノードの矩形の右上ｘ座標x_2(new)が［α，（α＋β）／２］に含まれれば、左のサブツリーに挿入され（５１２，５１３～５１５）、そうでなければ右のサブツリーに挿入される（５１２，５１６～５１８）。

最後に、挿入すべきノードは、必ずツリーの葉として生成される（５１９）ので、その左右の子ノードを空ノードとして（５２０）処理を終了する。

ツリー・ノード操作処理の他の例として、ノードの削除処理について、第６図のフローチャートを参照して説明する。ｎ，α，β，x_1，y_1等は、前記仮定と同様である。また、ダミーのノードより処理を開始することも、前述と同様である（６０２～６０５）。

削除すべきノードを前述の検索処理によって検索、確定し、これをｄｅｌとする（６０１）。ｄｅｌとされたノードは本ツリーは、前に詳述した定義と手法に従って構成されているため、ノード生成時と同様の手法で、その構造に従ってツリーをたどることにより（６０６～６１４）、ｄｅｌの位置（ｄｅｌの親ノードＰｎ、左右区別ｄｎ）を探索することができる。

ｄｅｌが発見された（６０６）ならば、ｄｅｌをツリーより削除する。すなわち、ツリーの構造を保つために、下記のようにして、ｄｅｌの子（左，右）ノードによりそのノードを置き換える。

ｄｅｌの右ノードが無い（空ノード）か（６１６）、または、ｄｅｌの左ノードの矩形左下ｘ座標が、右ノードの矩形左下ｘ座標よりも小さい場合（６１８）は、ｄｅｌの左ノードで置き換える。この場合の置き換えは、ｄｅｌの親ノードにｄｅｌの左ノードを接続（６２６）し、ｄｅｌの右ノードを左ノードの右ノードとし（６２５，６３０）、ｄｅｌにｄｅｌの左ノードのポインタを保持させること（６２９）によって行なう。

また、ｄｅｌの右ノードで置き換える場合（６１７，６１８）も同様に行なう（６１９～

624)。

このようにして、削除すべきノードを葉に向って一段一段置き換えてゆき(615)、葉ノードを削除したところで(631)、この処理は終了する。

つぎに、第1図に示す図形情報をもとに、前述の各編集操作、すなわち、図形情報の新規生成、追加及び削除の各操作を通しての、ツリーの状態の経緯を具体的に述べる。

まず、図形情報を新たに生成する場合についての例を、第7図および第5図を参照して述べる。

新規に図形情報を生成する場合は、まず、ダミーのツリー・ノード10を生成しておく(701)。

その後、第1図②の図形情報が操作者により入力(例えば、マウス14等で多角形の各頂点をグラフィック・ディスプレイ上でクリックすることにより)されたと仮定すると、その図形情報より外接矩形座標{$x_1(2)$, $y_1(2)$}, {$x_2(2)$, $y_2(2)$}を求めて、新たなノード3に格納する。

この後、第5図に示すフローチャートに従い、格納したノードをnew(=②のノード)とし(501)、Pnを第1図のダミーノード10として(502)、ツリーの生成を行なう(702)。

この場合は、Pnを(ダミーノード)の左、右のノードは存在せず、空ノードとなっているため、nには空ノードがセットされ(503)、504～506の処理後、直ちにノード挿入処理、Pn(=ダミーノード)のin(=左)ノードにnew(=②のノード)をセットし(519)(703)、newの左、右ノードを"空ノード"にセットする(520)(704)を行なう。以上で、図形情報②の新規生成を行なう手順は終了する。

次に、前記状態より第1図に示した③, ⑤, ①の図形情報がこの順に入力され、図形情報を追加する場合について、各々第8, 9, 10図を参照して説明する。

③の図形情報が入力されて、外接矩形座標を生成した後、新たなノードに格納する。この後、第5図に示すフローチャートと第8図に示す経緯図に従い、③を格納したノードをnewとし(501)、Pnを第1図のダミーノード10として(502)、ツリーの生成を行なう(802)。

この場合は、Pnの左ノードにはルート・ノード(②のノード)がセットされているため、nには②のノードがセットされる(503)。504～505の処理後、nすなわちノード②は空ノードではない(506)ので、$x_1(new)$ {$=x_1(3)$}と$x_1(n)$ {$=x_1(2)$}とを比較する(507)。

$x_1(new) < x_1(n)$ ではないので、Pnにn(=②のノード)をセットし(511)、その後$x_2(new)$と$(\alpha+\beta)/2$ (=N/2)を比較する(512)。$x_2(new) \leq (\alpha+\beta)/2$であるので、nの左のノード(空ノード)をnとし(513)、$[\alpha, \beta]$に$[\alpha, (\alpha+\beta)/2]$ (=[0, N/2])とセットして(514)、inに左を示すフラグ値をセット(515)する(803)。

続いて、nには空ノードがセットされていることが判る(506)ので、ノード挿入処理(519, 520)を行なう(804, 805)。

ノード挿入後は、描画順を保持するため、②を格納したノードに、③のノード・ポインタ(②の次に③が描画されていることを示す。)をセットし、一方、③を格納したノードには、②のノード・ポインタ(③の前に②が描画されていることを示す。)をセットする(806)。

これにより、図形情報を描画順に表示することが可能となり、図形情報が重なるような位置に入力され、描画されても、入力した通りに表示することが可能となる。例えば、赤色に塗りつぶした長方形の上に、白色で文字A, B, C等と描画し、これらの文字を強調する等のことが可能になる。

続いて、⑤の図形情報を入力した場合のノードの挿入は、③を入力した場合と同様に、第5図に示すフローチャートと第9図に示す経緯図に従っ

て行なわれる。

すなわち、⑤のノードをｎｅｗとして（５０１）、ダミーのノードよりツリー生成を開始する（５０２～５０５）（９０１，９０２）。ｎは②のノードであり、判定５０６は不成立であるので、x_1(new)｛＝x_1(5)｝とx_1(n)｛＝x_1(2)｝とを比較する（５０７）。x_1(new)＜x_1(n)ではないので、Ｐｎにｎをセットし（５１１），x_2(new)｛＝x_2(5)｝と（$\alpha+\beta$）／２（＝Ｎ／２）を比較する（５１２）。

x_2(new)＞（$\alpha+\beta$）／２、すなわち前記判定５１２は否定であるので、ｎの右ノード（空ノード）にｎをセットし（５１６）、［α，β］に［（$\alpha+\beta$）／２＋１，β］（＝［Ｎ／２＋１，Ｎ］とセットして（５１７）、ｉｎに右を示すフラグ値をセット（５１８）する（９０３）。

続いて、ｎに空ノードがセットされていることが判る（５０６）ので、ノード挿入処理（５１９，５２０）を行なう（９０４，９０５）。ノード挿入後は、描画順保持のためのポインタを生成する。

即ち、③のノードに、⑤のノード・ポインタを格納する。その結果、第９図に９０６で示したように、③には、③の前の図形情報を示す②のノード・ポインタと、③の次の図形情報を示す⑤のノード・ポインタの２つが保持される。また、⑤のノードには、③のノード・ポインタをセットする（９０６）。

①の図形情報に対するノードの挿入は、前述した図形情報③，⑤の場合と同様に、第５図に示すフローチャートと第１０図に示す経緯図に従って行なわれる。

①のノードをｎｅｗとして（５０１）、ダミーのノードよりツリー生成を開始する（５０２～５０５）（１００１，１００２）。ここで、ｎは②のノードであるから空ノードではなく(506)、x_1(new)｛＝x_1(1)｝＜x_1(n)｛＝x_1(2)｝ので（５０７）、ｎｅｗの左、右ノードに各々ｎの左ノード（③のノード）、右ノード（⑤のノード）をセットする（５０８）（１００３）。

この段階では、ｎｅｗの左ノードは③のノード、右ノードには、⑤のノードがセットされている。

次に、Ｐｎ（＝ダミーノード）のｉｎ（＝左）ノードにｎｅｗ（＝①のノード）をセットする（５０９)(１００４）。そして、ｎとｎｅｗとを交換する（５１０)(１００５）。この場合、ｎは①のノードとなり、ｎｅｗは②のノードとなる。

つまり、ツリーの途中の位置にノードが挿入された場合は、挿入すべきノードを交換して、③や⑤のノード挿入時と同様にツリーをたどる。

即ち、Ｐｎにｎ（＝①のノード）をセットし、x_2(new)｛＝x_2(2)｝≦（$\alpha+\beta$）／２(＝Ｎ／２）であるので（５１２）、ｎにｎの左ノード（③のノード）、［α，β］に［α，（$\alpha+\beta$）／２］（＝［０，Ｎ／２］）、ｉｎに左を示すフラグ値をセットする（５１３～５１５）（１００６）。

更に、同様にして、ｎ（＝③のノード）の判定を行なう（５０６）。x_1(new)｛＝x_1(2)｝＜x_1(n)｛＝x_1(3)｝であるから（５０７）、ｎｅｗ（＝②のノード）の左、右ノードにｎの左、右ノード（ともに空ノード）を各々セットし（５０８）（１００７）、Ｐｎ（＝①のノード）のｉｎ（＝左）ノードをｎｅｗとセットして（５０９）、ｎとｎｅｗの交換をする（５１０）（１００８）。ここでｎｅｗ＝③のノード、ｎ＝②のノードとなっている。

続いて、Ｐｎにｎ（＝②のノード）をセットする（５１１)(１００９）。x_2(new)｛＝x_2(3)｝≦（$\alpha+\beta$）／２（＝Ｎ／４）であるため（512)、ｎにｎの左ノード（空ノード）を、［α，β］に［α，（$\alpha+\beta$）／２］（＝［０，Ｎ／４］）をｉｎに左を示すフラグ値をセットする（５１３～５１５）（１０１０）。

ｎは空ノードであるので（５０６）、Ｐｎ（＝②のノード）のｉｎ（＝左）ノードに、ｎｅｗ（＝③のノード）をセットし（５１９）（１０１１）、ｎｅｗの左右ノードを空ノードにセットする（５２０）（１０１２）。

上述のツリー生成処理後は、描画順ポインタを、③，⑤の入力時と同様の手順で、①のノードと、

⑤のノードにセットする（１０１３）。

以上に詳細に述べたように、本発明では、ツリーの生成時には、ノードごとに2分された枝を、1つのパスしか通らない。即ち、1つのノード挿入のためには、ツリーのルートより葉までの一本道しかたどらないため、たどるノードの数は、全ノード数（すなわち、全図形情報数）をKとした場合、ほぼ$\log_2 K$でよいことになる。

従って、全図形情報が100000程度の多数である場合でも、17回程度（≒$\log_2 100000$）のノード探索で操作を完了することが可能となっている。

具体例の最後として、図形情報を削除する場合について、以下に説明する。

図形情報を削除する場合は、操作者が入力した座標（例えば、マウス等で削除対象となる図形の近傍を、クリックした位置）をもとに、第4図で示されるツリー探索処理を用いて、対象図形情報に対応したツリー・ノードを確定し、第6図で示されるツリー・ノード削除処理にて、ノードを削除し、更に図形情報も削除する。

第1図に示されたツリー及び図形情報が記憶されており、②の図形情報のひし形の右下辺上の座標が、削除対象として与えられた場合に、②の図形情報を削除するまでの経緯についての例を、以下に述べる。

まず入力された座標を（x，y）とし、$N/4 < x \leq N/2$であり、かつ$x_1(4) < x < x_2(4)$であると仮定する。更に、εをNに比較して十分小さい数として（例えば、N＝1024とすればε＝8程度）、

$X_1 = x - \varepsilon$，

$Y_1 = y - \varepsilon$，

$X_2 = x + \varepsilon$，

$Y_2 = y + \varepsilon$，

とする。

これらの条件をもとに、まず第4図に示すフローチャートに従い、第1図で示されるツリーをたどる例について示す。更に、どのようにツリーがたどられるかの軌跡を、第11図に示す。

第11図において、2重丸のノード①，②，④は、図形情報が削除対象か否かを検索したノード、1重丸のノード③，⑤は、ツリートラバースの過程で探索したノードである。また、三角枠のノード⑥，⑦は、探索しないノードである。また、1108は、ノードをたどる順を表す矢線である。

まず、第4図のフローチャートにおいて、nをルート・ノード（①のノード）とし（401）、[α，β]を[0，N]とする（402）。nはルート・ノードであって空ノードではなく（403）、しかも$X_2 > x_1(n)$〔$= x_1(1)$〕かつ$X_1 < \beta$（＝N）であるので（404）、$[X_1, Y_1] \times [X_2, Y_2]$と$[x_1(n), y_1(n)] \times [x_2(n), y_2(n)]$（n＝1）との領域が重なるか否かの判定を行なう（405）。

これらの領域が重ならないので、スタックにn（＝1）、[α，β]（＝[0，N]）をプッシュして保持し（407）、nにn（＝①のノード）の左ノード（②のノード）をセットする（408）。そして、次のノードに対応する区間をセットするために、[α，β]に[α，(α＋β)／2]（＝[0，N／2]）をセットして（409）、判定403へ戻る。

n（＝②のノード）は空ノードではなく（403）、$X_2 > x_1(n)$〔$= x_1(2)$〕かつ$X_1 < \beta$（＝N／2）であり（404）、$[X_1, Y_1] \times [X_2, Y_2]$と$[x_1(n), y_1(n)] \times [x_2(n), y_2(n)]$（n＝2）との領域が重なる（405）ので、nで示されるノードは、検索されたノードである（406）。

更に同様にしてn，[α，β]をスタックにプッシュして保持し（407）、nにnの左ノード（③のノード）とにセットし（408）、[α，β]に[α，(α＋β)／2]（＝[0，N／4]）とした後、再び判定403へ戻る。

n（＝③のノード）は空ノードではなく（403）、$X_1 > \beta$（＝N／4）であり（404）、またスタックは空でない（410）ので、スタックをポップしてノード、区間を取り出しn，[α，β]にセットする（411）。この

時のnは②のノード、[α，β]は[0，N／2]である。

nにnの右ノード（④のノード）をセットし（412）、[α，β]に[(α＋β)／2＋1，β]（＝[N／4＋1，N／2]）をセットする（413）。

更に、判定403へ戻ってツリーをたどる。このときもn（＝④のノード）は空ノードではなく（403）、$X_2 > x_1(n)$ ｛$= x_1(4)$｝かつ$X_1 < \beta$（＝N／2）であり（404）、$[X_1, Y_1] \times [X_2, Y_2]$と$[x_1(n), y_1(n)] \times [x_2(n), y_2(n)]$（n＝4）とは領域が重ならない（405）。

それ故に、スタックにn，[α，β]をプッシュして保持し（407）、nにnの左ノード（空ノード）をセットし（408）、[α，β]に[α，(α＋β)／2]（＝[N／4＋1，(N／4＋1＋N／2)／2]）をセットして（409）、判定403へ戻る。

次の判定では、nの空ノードであり（403）、スタックは空でないので（410）、スタックをポップしてノード、区間を取り出し、n，[α，β]にセットする（411）。この時のnは④のノードであり、[α，β]は、[N／4＋1，(N／4＋1＋N／2)／2]である。

nにnの右ノード（空ノード）をセットし（412）、[α，β]に[(α＋β)／2，β]（＝[｛N／4＋1＋(N／4＋1＋N／2)／2｝2＋1，(N／4＋1＋N／2)／2]）をセットして（413）、判定403へ戻る。

この場合も、nは空ノードであり（403）、スタックは空でないので（410）、更にスタックをポップしてノード、区間を取り出し、n，[α，β]にセットする（411）。この時のnは①のノード、[α，β]は[0，N]である。

nをnの右ノード（⑤ノード）とし（412）、[α，β]を[(α＋β)／2＋1，β]（＝[N／2，N]）とする（413）。その後、判定403へ戻る。

n（＝⑤ノード）は空ノードでなく（403）、$X_2 < x_1(n)$ ｛$= x_1(5)$｝であり（404）、スタックは空（410）であるので、ツリー探索を終了する。

以上の処理によって、削除対象の図形情報は、②のノードに対応したものであることが分る。

ここで、実際に検索されたノードは、下記の通りとなる。

①，②，④：対象の図形情報か否かのチェックを行なったノード。

③，⑤：ツリートラバースの過程として検索したノード。

これより、対象の図形情報か否かの検索の為には、ノードごとに2分された枝の、1つのパスしか通らないことが分る。即ち、ツリー生成時と同様に、その検索対象のノード数は、全ノード数（全図形情報数）をKとした場合ほぼ$\log_2 K$程度であることが分る。

従って、従来技術では、全図形情報が、たとえば100000個あった場合は、同数の100000回図形情報を検索する必要があったが、本方式では、わずか17回程度（≒$\log_2 100000$）で済む。これに、ツリートラバースのオーバーヘッド、即ち、ツリートラバースの過程として検索したノードの個数を加えても、その検索回数には、大きな開きがあることが判る。

次に、削除対象となった図形情報の②のノードを、ツリーから削除する具体例について、第6図に示されたフローチャートと第12図の経緯図を参照して説明する。

まず、delを②のノードにセットする（601）（1201）。Pnを第1図のダミーノード10とし（602）、nにPnの左ノード（ルート・ノードである①のノード）をセットし（603）、dnに「左」を示すフラグ値をセットし（604）、区間[α，β]に[0，N]をセットする（605）（1202）。

つぎに、n（＝①のノード）はdel（＝②のノード）ではないので（606）、Pnに

n（＝①のノード）をセットする（６０７）。x_2 (del) 〔＝x_2 (2)〕≦（α＋β）／２（＝Ｎ／２）であるので判定６０８は肯定であり、nにn（＝①のノード）の左ノード（＝②のノード）をセットする（６０９）。

［α，β］に［α，（α＋β）／２］(＝［０，Ｎ／２］)をセットし（６１０）、ｄｎに「左」を示すフラグ値をセットする（６１１）(１２０３）。

このとき、n（＝②のノード）はｄｅｌであり（６０６）、ｄｅｌの左、右ノードはともに空ノードでない（６１６～６１７）ので、x_1 (delの左ノード) 〔＝x_1 (3)〕とx_1 (delの右ノード) 〔＝x_1 (4)〕とを比較する判定６１８を実施する。

ここでは、x_1 (delの左ノード) ＜x_1 (delの右ノード）であり、判定６１８が成立するので、ｄｅｌの右ノード（④のノード）をnにセットし（６２５）（１２０４）、Ｐｎ（＝①のノード）のｄｎ（左）ノードにｄｅｌの左ノード（③のノード）をセットする（６２６）（１２０５）。

ｄｅｌの左ノード（③のノード）をＰｎにセットし（６２７）（１２０６）、ｄｎに「左」を示すフラグ値をセットする（６２８）。ｄｅｌの左、右ノードにＰｎ（＝③のノード）の左、右ノード（ともに空ノード）をセット（６２９)(１２０７，１２０８）、Ｐｎ（＝③のノード）の右ノードにn（＝④のノード）をセットする（６３０）。

上述の処理操作を行なうことによりツリー・ノードの再構成を行なうことができる（１２０９）。この後、判定６１５へ戻るが、このときはｄｅｌ（＝②のノード）の左、右ノードはともに空ノードとされているので（６１５）、Ｐｎ（＝③のノード）のｄｎ（左）に空ノードをセットし（６３１）、ノードの削除処理を完了する（１２１０）。

そしてさらに、描画順序保持のためのポインタを削除する。即ち、②の図形情報の直前に入力された図形情報（この場合は存在しない。）の次には、②の図形情報の直後に入力された図形情報（③の図形情報）が並ぶようにポインタをセットし、②の図形情報の直後に入力された図形情報（③の図形情報）の前には、②の直前に入力された図形情報（この場合は存在しない。）が並ぶようにポインタをセットする（１２１１）。

以上で、図形情報の削除を行なう手順は終了する。

以上述べたように、ツリーよりのノード削除はノードごとに２分された枝を、１つのパスしか通らない。即ち、ツリー生成と同様の理由より、そのたどるノード数は全ノード数（全図形情報数）をＫとした場合、ほぼ$\log_2 K$であることがわかる。

本システムの会話形図形編集プログラムは、操作者によって起動され、図形情報の編集指示を受けた場合、全図形情報の中から編集範囲の図形情報を前記ツリー探索処理で高速に検索し、グラフィック・ディスプレイに表示する。

なお、表示の際、図形情報が重なっており、描画順に表示図形が依存しているような場合は、検索されたノード・ポインタを適当な配列に保持し、描画順にソートした後、表示する。更に、削除による表示画面の修復にも使用できる。

また、図形を描画するなどして、新たな図形情報の生成を行う場合は、新たな図形情報に基づいて外接する矩形座標を演算し、ノード生成処理を用いて図形情報の生成を行う。

既に生成されている図形情報を削除する場合は、適宜の手段で、指定された座標近傍の図形情報を、前記ツリー探索処理を行って、高速に検索する。

この場合は、指定された座標位置を含む小さな矩形（たとえば、全空間を［０，１０２４］×［０，１０２４］とし、指定座標位置をｘ，ｙとした場合、［ｘ－８，ｙ－８］×［ｘ＋８，ｙ＋８］で定義できる）を用いて、候補図形を検索することができる。

また、更に検索精度を上げるためには、複数の候補図形に対して指定座標点との間の距離計算を施し、優先順位を付けることもできる。

この実施例によれば、膨大な図形情報の度重なる検索をきわめて高速に行うことができ、操作者

に対して快適な編集作業環境を提供できる。

また、ＬＢＰやプロッタに対し図形情報を出力する際に応用できることは明らかであり、膨大な図形情報の中の任意の範囲を高速に選択、出力することが可能である。

更に、図形情報を会話形式で入力せず、カードやフロッピーディスク等の媒体を通して、大量の図形情報を一括して入力させることも、ツリー生成時間（入力情報数をＫとすると、ほぼ$K\log_2 K$に比例した時間）が十分に短かいので、可能である。

また、第３図に示すように、２次記憶装置２１の容量が不足しており、ツリーを格納できない場合でも、会話編集開始時に主記憶上で、ツリー生成プログラム２２によってツリーを構成し、編集操作時の応答性を確保することもできる。

本実施例で説明したツリーの構造は、矩形のｘ座標に着目したものであるが、、全図形情報の座標系が［０，Ｎ］×［０，Ｍ］であり、Ｍ＞＞Ｎの場合は、明らかに、ｙ座標に着目してツリーを構成すべきである。このようにすれば、ツリーのレベルを低く押えることができる。また、座標系［０，Ｎ］×［０，Ｍ］を任意の実数空間に拡張することも可能である。

（発明の効果）

以上述べたところから明らかなように、座標をキーとして図形情報を検索し、編集出力させる方式に、バイナリ・ツリーを導入したことにより、従来では不可能であった高速応答が可能となった。

すなわち、従来の応答時間をｋＫとした場合、$(k+k')\log_2 K$に短縮することができる。ただし、上記においては、Ｋは図形情報数、ｋは検索処理のオーバーヘッド、ｋ′はツリー探索のオーバーヘッドである。

さらに、検索が高速化され、検索に要する時間が短縮されたことにより、大量の図形情報を一元的に管理することが可能となり、その任意範囲の編集、出力が従来技術にて確保されていた応答時間とほぼ変りなく確保できることにより、より高度の操作性を持つことができる。

結果的に、グラフィックス・システムとしての性能が、飛躍的に向上することになる。

４．図面の簡単な説明

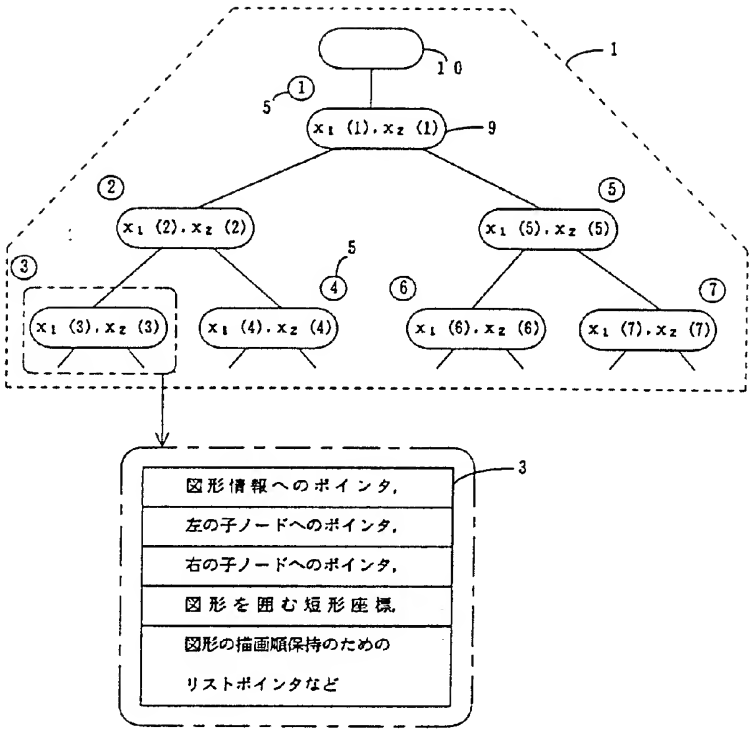
第１図は本発明の要部であるバイナリ・ツリーの構造と図形情報の概要を示す図、第２，３図は本発明を適用したグラフィックス・システムの概略構成例を示すブロック図、第４図は本発明におけるツリーの探索処理を示すフローチャート、第５図はツリーの生成処理を示すフローチャート、第６図はツリーよりノードを削除する処理を示すフローチャート、第７図はバイナリ・ツリーの新規作成時におけるツリー構造の変化状態を示す図、第８～１０図は図面情報の追加に伴うバイナリ・ツリーのノード追加時におけるツリー構造の変化状態を示す図、第１１図はバイナリ・ツリーの探索経路を示す図、第１２図は図面情報の削除に伴うバイナリ・ツリーのノード削除時におけるツリー構造の変化状態を示す図、第１３図はバイナリ・ツリーを用いた図形情報の探索手順を説明するための座標系を示す図である。

１…ツリーの全体構成、２…図形情報の全体構成、３…ツリー・ノード、４…図形情報、７…図形情報を囲む外接矩形、８…ルート・ノードに対応した区間［０，Ｎ］、１１…グラフィック・ディスプレイ、１２…キーボード、１３…電子計算機、１４…マウス、１５…ライトペン、１６…デジタイザ、１７，２１…２次記憶装置、１８…ＬＢＰ、１９…プロッタ、２０…バッチ型入力装置、２２…ツリー生成プログラム

代理人　弁理士　平　木　道　人

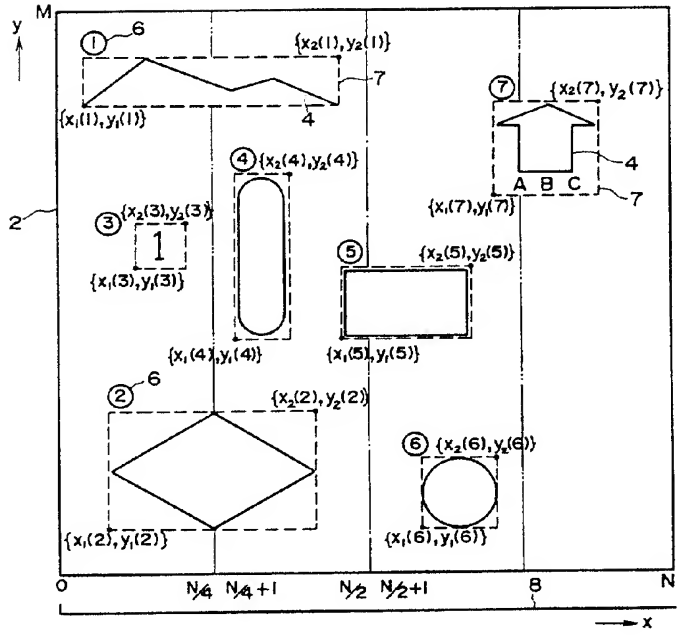
第 1 図 (その1)

(A)

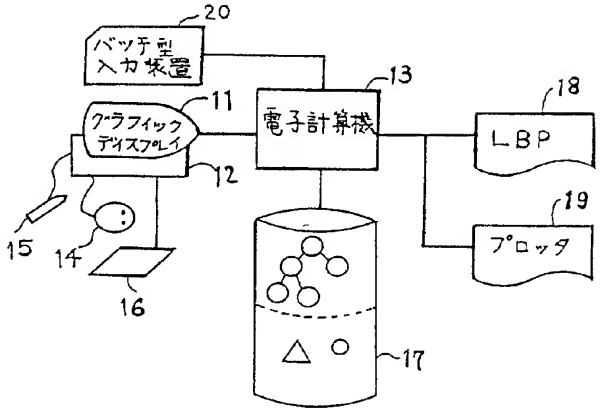


第 1 図 (その2)

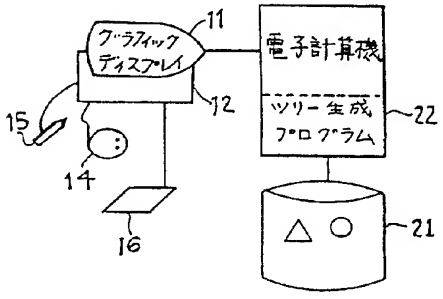
(B)



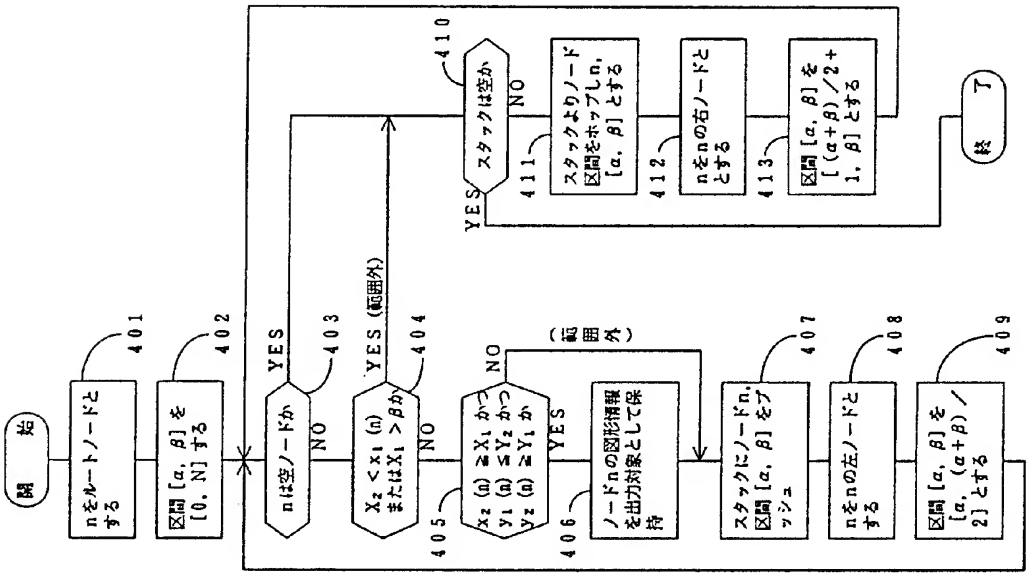
第 2 図



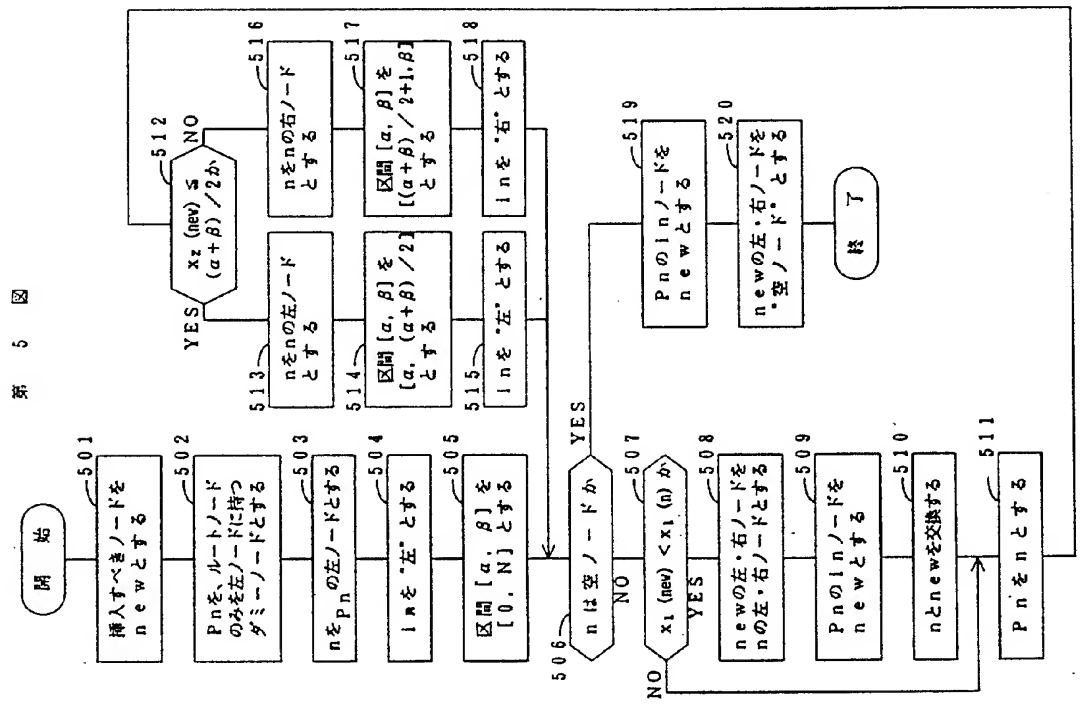
第 3 図



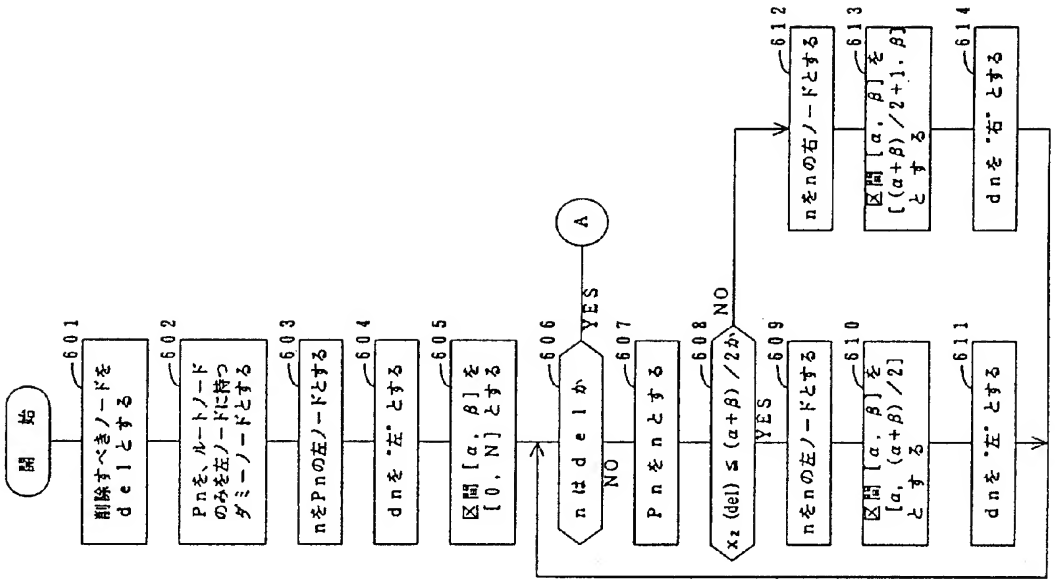
第 4 図


開 始
401 nをルートノードとする
402 区間 [α, β] を [0, N] する
403 nは空ノードか
YES
NO
404 X₂ < x₁ (n) または X₁ > β か
YES (範囲外)
NO
405 x₂ (n) ≧ X₁ かつ y₁ (n) ≦ Y₂ かつ y₂ (n) ≧ Y₁ か
NO
YES
406 ノードnの図形情報を出力対象として保持
407 スタックにノードn, 区間 [α, β] をプッシュ
408 nをnの左ノードとする
409 区間 [α, β] を [α, (α+β)/2] とする
410 スタックは空か
YES
NO
411 スタックよりノード区間をポップしn, [α, β] とする
412 nをnの右ノードとする
413 区間 [α, β] を [(α+β)/2+1, β] とする
終 了

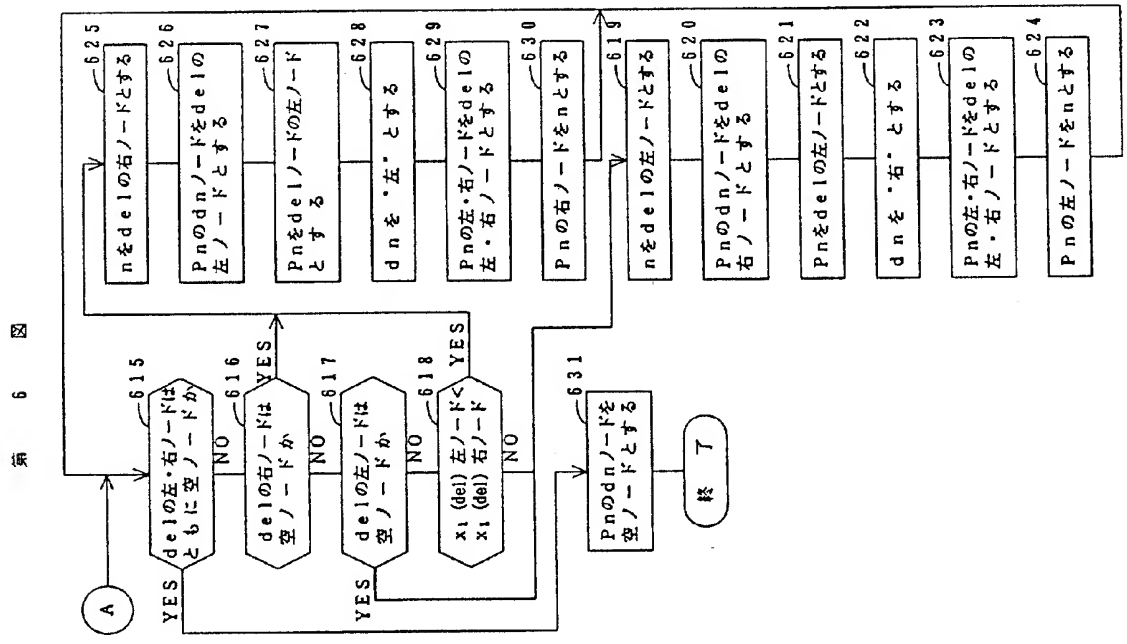
第 5 図


開 始
501 挿入すべきノードをnewとする
502 Pnを、ルートノードのみを左ノードに持つダミーノードとする
503 nをPnの左ノードとする
504 lnを"左"とする
505 区間 [α, β] を [0, N] とする
506 nは空ノードか
YES
NO
507 x₁ (new) < x₁ (n) か
YES
NO
508 newの左・右ノードをnの左・右ノードとする
509 Pnのlnノードをnewとする
510 nとnewを交換する
511 Pnをnとする
512 x₂ (new) ≦ (α+β)/2か
YES
NO
513 nをnの左ノードとする
514 区間 [α, β] を [α, (α+β)/2] とする
515 lnを"左"とする
516 nをnの右ノードとする
517 区間 [α, β] を [(α+β)/2+1, β] とする
518 lnを"右"とする
519 Pnのlnノードをnewとする
520 newの左・右ノードを"空ノード"とする
終 了

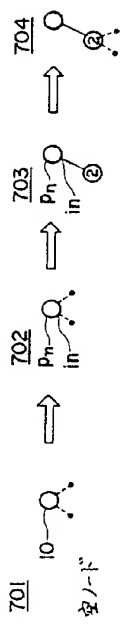
第 6 図


開 始
601 削除すべきノードをdelとする
602 Pnを、ルートノードのみを左ノードに持つダミーノードとする
603 nをPnの左ノードとする
604 dnを"左"とする
605 区間[α, β]を[0, N]とする
606 nはdelか
YES
NO
A
607 Pnをnとする
608 x2 (del) ≦ (α+β)/2か
NO
YES
609 nをnの左ノードとする
610 区間[α, β]を[α, (α+β)/2]とする
611 dnを"左"とする
612 nをnの右ノードとする
613 区間[α, β]を[(α+β)/2+1, β]とする
614 dnを"右"とする

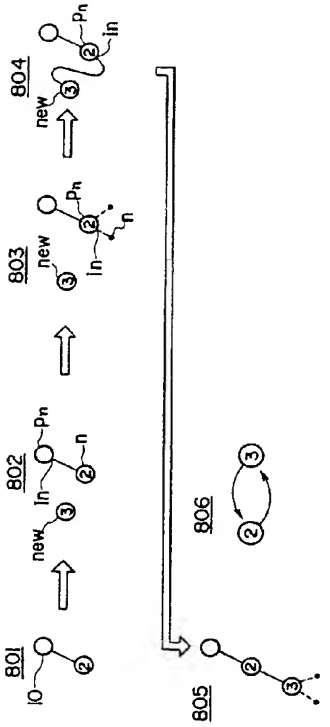
第 6 図


A
615 delの左・右ノードはともに空ノードか
YES
NO
616 delの右ノードは空ノードか
YES
NO
617 delの左ノードは空ノードか
YES
NO
618 x1 (del) 左ノード < x1 (del) 右ノード
YES
NO
619 nをdelの左ノードとする
620 Pnのdnノードを右ノードとする
621 Pnをdelの左ノードとする
622 dnを"右"とする
623 Pnの左・右ノードをdelとする
624 Pnの左ノードをnとする
625 nをdelの右ノードとする
626 Pnのdnノードをdelの左ノードとする
627 Pnをdelノードの左ノードとする
628 dnを"左"とする
629 Pnの左・右ノードをdelとする
630 Pnの右ノードをnとする
631 Pnのdnノードを空ノードとする
終 了

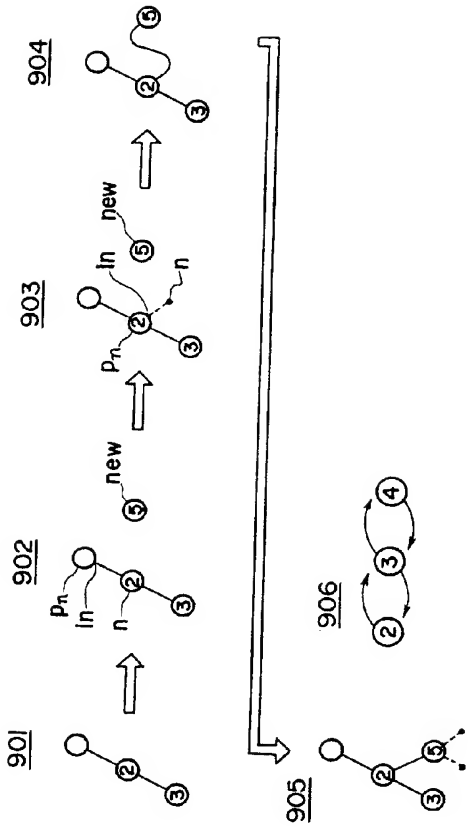
第7図



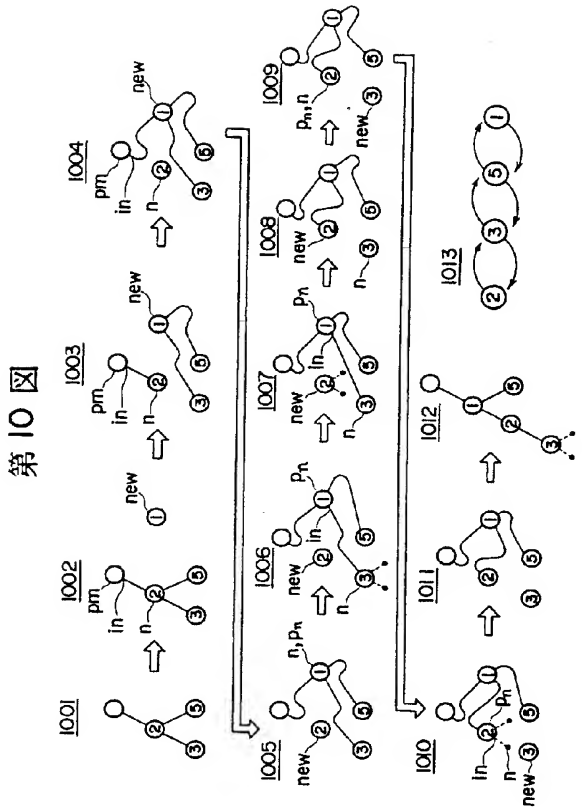
第8図



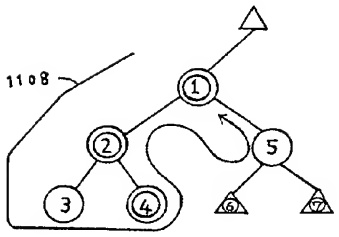
第9図



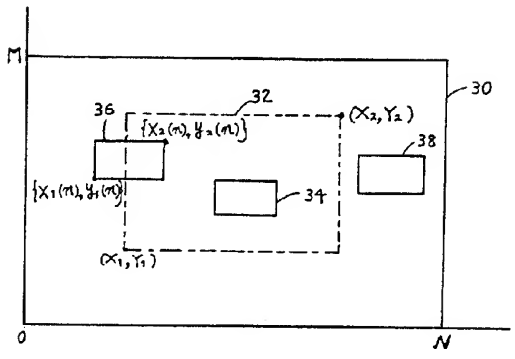
第10図



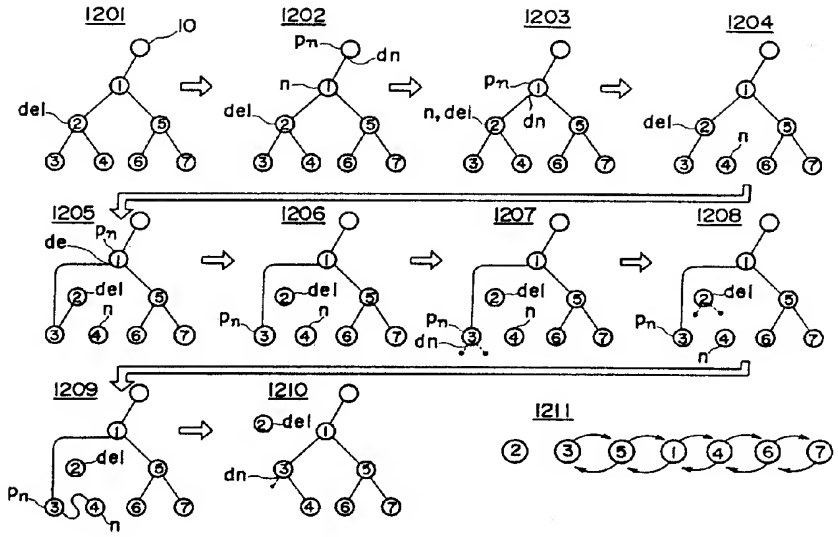
第11図



第13図



第 12 図


1201
10
del
1202
pn
dn
n
del
1203
pn
n, del
dn
1204
del
n
1205
pn
de
del
n
1206
del
pn
n
1207
del
pn
dn
n
1208
del
pn
n
1209
del
pn
n
1210
del
dn
1211